基于公众科学模式的重大公共卫生事件开放数据服务生态系统构建*

■ 薛翔[1] 赵宇翔[2] 朱庆华[1] 应峻[3] 郝世博[4]

[1] 南京大学信息管理学院 南京 210023 [2]南京理工大学经济管理学院 南京 210094

[3] 复旦大学图书馆 上海 200433 [4]南京理工大学知识产权学院 南京 210094

摘 要：[目的/意义]针对现阶段重大公共卫生事件数据开放面临的公众关注参与度低、数据利用率差、平台服务不完善等诸多困境，引入公众科学模式构建开放数据服务生态系统，以为打破重大公共卫生事件数据开放发展僵局提供思路。[方法/过程]分析重大公共卫生事件开放数据情境下公众科学项目的主体要素、实施流程，并构建公众科学运作模式。在此基础上，系统梳理利益相关者、价值创造模式、约束和促进制度等关键要素，综合构建重大公共卫生事件开放数据服务生态系统。[结果/结论]该服务生态系统以公众科学模式为基础架构，以重大公共卫生事件开放数据平台为关键节点，通过提供全方位服务内容、针对性制度约束与促进机制，引导社会公众、各行业机构与专业人员在宏观、中观和微观层面进行互动协作，整合自身优势资源、开展服务交换以实现价值共创。研究结果有助于提高开放数据的社会参与度和利用率，为重大公共卫生事件开放数据平台构建服务体系、优化服务水平提供行动参考。

关键词：重大公共卫生事件 开放数据 公众科学模式 服务生态系统

分类号：G203

DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2022.04.004

1 引言

重大公共卫生事件是指对人民群众的生命财产造成或可能造成严重损害的公共卫生事件，如重大传染病疫情、群体性食物和职业中毒、化学物品泄露等[1]。从2003年的非典型肺炎、2009年的甲型-H1N1型流感到2019年爆发的新冠肺炎疫情，全球化进程的加快导致重大公共卫生事件波及范围愈加广泛，给国家乃至世界的经济发展、社会稳定带来了严峻挑战。但得益于网络和大数据技术的发展，重大公共卫生事件伴生的海量数据信息在互联网中被存储、传播和转化，逐渐成为政府在事件中开展疫情防控、舆情监测、资源配置工作的重要依据之一[2]。同时，在数据开放共享政策和新冠疫情持续肆虐的双重推动下，各级政府纷纷在数据平台中向公众开放重大公共卫生事件数据，期望遏制谣言、降低民众恐慌情绪，借助社会力量实现数据深度利用和价值创造，为治理和预防重大公共卫生事件助力[3]。

然而，现阶段的重大公共卫生事件数据开放并未达到预期效果，在推广实施方面仍存在诸多困境。首先，虽然近年来各省市数据开放平台构建工作初步完成，但由于缺乏有效宣传引导，加之数据易用性不高，公众参与数据利用的热情较低[3]；其次，普通公众难以独立提出研究需求并直接处理原始数据，同时缺少专业的研究引导和协助，导致公众参与数据利用与价值创造的渠道不畅通[4]；最重要的是，数据开放与利用无法依赖单一主体实现，需要开放数据平台、数据拥有者、数据利用者、数据消费者的相互协作，然而目前三者之间缺少稳定有效的协作模式，同时大部分平台仍处于数据开放的初级阶段，缺少完善的服务体系，仅能

* 本文系国家自然科学基金面上项目"基于科研众包模式的公众科学项目运作与管理机制研究"（项目编号：71774083）和"公共文化服务领域开放数据的价值共创机制及实现模式研究"（项目编号：72074112）研究成果之一。

作者简介：薛翔，博士研究生；赵宇翔，教授，博士生导师，通信作者，E-mail：yxzhao@vip.163.com；朱庆华，教授，博士生导师；应峻，副馆长，副研究馆员；郝世博，副教授，硕士生导师。

收稿日期：2021-10-07 修回日期：2021-12-12 本文起止页码：33-44 本文责任编辑：易飞

提供基础的数据开放服务，种种原因导致无法实现持续、高效的开放数据价值创造[5]。

为打破上述桎梏，本文将引入公众科学（Citizen Science）概念，以创造开放数据价值为目标，以公众科学项目为手段，探索公众利用平台开放数据的有效路径，构建重大公共卫生事件的开放数据服务生态系统。公众科学是指非职业科学家、科学爱好者和普通志愿者等大众力量参与专业的科学研究活动[6]。在公众科学模式下，科研团队与公众开展自由合作，研究人员借助大众智慧解决社会和公众关切的“疑难杂症”，公众在科学项目中提升科学素养与能力，实现科研资源的优化配置和公共价值创造[7]，这与政府开放重大公共卫生事件数据的初衷不谋而合。因此，本文将公众科学模式嵌入重大公共卫生事件开放数据情境，探索公众参与数据开放的模式，并在此基础上厘清利益相关者、价值创造模式、约束和促进制度等基本要素，构建起高效、可持续、开放性的重大公共卫生事件开放数据的服务生态体系。作为一种稳定独立且能够自我调节的多层级系统[8]，服务生态系统将推动不同类型参与者形成耦合关联，引导社会公众和专业研究力量开展资源整合与服务交换[9]，实现重大公共卫生事件的数据价值创造。

2 相关概念

2.1 服务生态系统

21世纪初，服务经济的兴起促使价值创造的研究视角从价值的单独创造向共同创造转变[10]。S. L. Vargo 和 R. F. Lusch 认为价值不再单纯由企业创造，由顾客消费和破坏，而是企业与顾客通过互动共同创造[11]，并提出用服务主导逻辑（service-dominant logic，SDL）取代传统的商品主导逻辑来指导企业开展服务创新以维持其市场竞争优势[12]。此后，随着实践环境和数字经济的发展，服务主导逻辑被进一步拓展和衍生，从关注二元互动的“顾客体验”视角[13]向体现多个利益相关主体网络协同互动的“服务生态系统”视角[8]转变，成为价值创造研究的主要范式[10]。

服务生态系统是一个由松散耦合的社会和经济参与者通过制度与价值共创机制链接起来的相对独立、自我调节的系统[8]，参与者们能够在系统中根据各自的价值主张，通过资源整合和服务交换实现价值创造[9]。整个生态系统由内向外分为微观、中观和宏观三个层次，其中微观层关注参与者间最本质的二元互动关系；中观层在二元互动的基础上加入了中介参与者，构成了三元互动组织，关注直接利益相关者的服务交换关联；宏观层则在纳入更多边缘参与者与组织的基础上形成了互动网络，关注整个社会松散互动的服务生态系统[14]。需要注意的是，服务生态系统的三个层次结构划分和边界并非固定不变，而是相互嵌入关联，并随时间推移不断变化演进[15]。同时，制度作用于服务生态系统的每个层次，约束价值创造活动的有序、规范进行，协调促进参与者间的交互合作，在服务生态系统中扮演重要角色[16]。

从资源视角来看，拥有稀缺、有价值的技术或资源是维持个体竞争优势和参与团体合作的基础[17]。在重大公共卫生事件开放数据情境下，政府积累了大量公共卫生事件关键数据，却难以实现对数据价值的充分挖掘[18]；普通公众虽然拥有充分的时间盈余和认知盈余[7]，但缺少直接处理原始数据和独立开展研究的能力；科研机构与企业具备数据开发的经验与技术，但独立采集、处理研究数据的难度和成本较高[19]。因此，想要实现重大公共卫生事件开放数据的有效利用，各方亟需寻求外部资源的互补与合作。另外，移动互联网革新和智能终端普及让所有人都能在开放数据平台自由下载并处理数据，从而成为资源整合者和潜在的服务交换对象。通过构建开放数据服务生态系统将推动不同类型的参与者之间形成耦合关联，促进沟通协作和资源互补，实现重大公共卫生事件数据的价值共创[19]。从组织视角来看，作为介于层级组织和市场之间的一种中间组织模式，服务生态系统能够减少公众参与者与科研机构的专用性资产投资和时间精力成本[10]。同时，系统中的促进与约束制度能够降低交互协作中机会主义行为发生的概率，保障服务交换和价值创造活动的顺利进行[20]。综合来看，想要引导公众、科研机构等社会力量参与数据、技术和服务资源的整合共享，实现重大公共卫生事件数据的价值创造，构建完备的服务生态体系已经势在必行。

综上所述，在重大公共卫生事件开放数据情境下，探索出一种能够让各方社会力量参与数据、技术和服务资源整合共享的协作模式，最终构建起稳定、自由、可持续的开放数据服务生态系统，将有助于解决重大公共卫生事件开放数据所面临的诸多困境，实现长远、高效的开放数据价值创造。

2.2 公众科学模式

公众科学是将传统商业活动中的众包模式（Crowdsourcing）引入科学研究领域演化出的一种基于群体参与及协作的新型科研众包形式[7]。在传统科学

研究项目中，科研活动一般由专业的科研人员或团队完成，公众在其中更多扮演研究对象与实验被试的角色，极少直接参与到研究成功的创造与实践过程当中[21]。但随着研究的深入，研究内容愈加复杂和精细化，面对纷繁的研究数据和多变的研究对象，越来越多的科学家和团队意识到单凭自身力量已经难以妥善应对各类层出不穷的科研任务[22]。同时，网络互联技术的发展、受教育水平的提升和自我价值实现的需求也为公众直接参与科学研究活动提供了充分条件，公众科学模式应运而生[23]。

近年来，公众科学模式已经被广泛应用到多个专业学科或者交叉领域的研究项目中。这些繁复的研究工作经过科研人员的合理分解，被设计成数据采集、数据汇报、设备共享、参与式研究设计、协作式信息分析、辅助式研究开发等相对简单明了的科学任务[7]。公众则根据自身兴趣与能力自由参与公众科学任务，为科研成果的突破创新和公共政策的制定完善作出贡献[24]。具体到重大公共卫生事件所属的公共卫生和健康管理领域，也已对公众科学模式展开了尝试性应用与研究，主要可以分为三类[25]：①医学诊疗方案类研究，如基于非专业志愿者标注的腹腔内窥镜图像数据构建数据库辅助诊疗[26]，根据公众自我汇报数据探索过敏性鼻炎的潜在致病因素和病程变化[27]等；②个人健康管理类研究，如 C. Y. Bahk 利用患者反馈数据监管医疗产品质量[28]，M. Swan 将公众建议应用于用户个性化健康管理研究[29]；③公共卫生治理类研究，如发动民众采集样本数据评估公共卫生环境状况[30]，发布众包任务汇集数据分析蜱虫分布情况为公众提供虫害预警[31]，在新冠疫情防控期间借助网民力量破除网络谣言以净化网络环境[25]。据此可知，引入公众科学理念探索重大公共卫生事件开放数据价值创造协作模式是必要且可行的：①重大公共卫生事件开放数据平台能够利用公众科学项目扩大自身社会影响力，解决公众参与度低、数据利用率低等问题；②科研人员能够借助平台服务和公众科学项目，引导公众采集、反馈和处理研究数据，在降低研究成本的同时推进公共卫生领域问题研究与实践应用；③公众能够在参与公众科学项目的过程中加深对重大公共卫生事件的认知，提升个体的健康素养。最终，各方将在沟通、协作过程中实现价值的共创共赢。

此外，已有实践研究表明众包（包含商业众包、公众科学等）是链接服务生态内各参与主体，推动资源整合和服务交换，构建网络交互协作系统实现价值创造的重要模式之一[20]。如 V. Ramaswamy 在对宝马[32]和马恒达[33]等公司案例进行分析后发现，企业平台可以作为关键节点参与服务生态系统，控制生产、交付等活动中的核心要素，同时通过“项目众包”引导参与者沟通协作，促进资源、知识和技能的整合配置，实现与利益相关者的价值共同创造[20]。

鉴于此，本文将引入公众科学模式作为各参与主体沟通协作与开放数据价值创造的基本架构，并在此基础上以重大公共卫生事件开放数据平台为关键参与节点，构建起良性、可持续、开放性的服务生态系统。该系统将为当下重大公共卫生事件中开放数据工作的平台宣传不到位、服务体系不完善，公众参与度低、参与渠道不通畅，数据利用协作模式不明确、效果不理想等关键问题给出解决方案，有效推动政府数据开放生态建设。

3 重大公共卫生事件开放数据情境下的公众科学模式探索

3.1 公众科学项目主体划分

早期公众科学项目中一般包含发包方、平台和接包方三个主体，但这一模式下平台仅能提供简单的项目发布和数据收集服务，无法满足公众科学项目任务设计、项目宣传、公众培训和数据管护等用户现实需求，对于项目冷启动、死循环和全程监管等问题更是力有未逮[34]。因此，赵宇翔等从“机构观”出发，提出在原有模式中加入第四主体，即第三方组织机构，为公众科学项目运作提供全方位的服务保障[7]。考虑到各级政府大多已经推出开放数据平台，这些平台定期上传辖区内的公共卫生事件数据，具备数据采集、审查、管理功能，并且能够提供一些简单的数据申请、意见反馈、接口调用服务，重新开发公众科学平台将造成不必要的资源浪费，笔者在前期研究基础上将平台与第三方机构两大主体的功能进行整合，由开放数据平台一并承担，借此简化主体间协作网络和交互路径，节约平台开发资源，提高项目运作效率。

在重大公共卫生事件开放数据情境下，公众科学项目包含 3 个主体：

（1）科研团队（发包方），是指存在科研创新需求和专业知识技能的研究团队。重大公共卫生事件开放数据情境下的公众科学项目一般具有较高的公共性和社会使命，维护社会安全稳定、保护人民生命财产安全是其成立的重要初衷。为充分发挥大众力量和群体智

慧在公共卫生系统中的作用,需要制定严谨计划、实施统一管理,因而这类项目通常以专家导向型为主[22]。其科研团队成员可能由高校科研院所、医疗机构、政府部门、科技企业以及新闻媒体等多个领域的专业人员构成。

(2)重大公共卫生事件开放数据平台(平台、第三方机构),是指科研团队与志愿者合作开展公众科学项目的网络媒介。本文中开放数据平台除需要采集、整合公共卫生数据向社会公众免费开放外,还需要为科研团队和志愿者提供公众科学项目任务设计、项目宣传、技能培训、沟通交流和成果孵化推广等多种服务,保障公众科学项目的顺利开展。

(3)志愿者(接包方),是指受不同动机驱使自愿加入公众科学项目的公众。他们本身大多并不具备专业研究素养或公共卫生领域背景,需要根据参与项目内容事先接受技能、知识培训,并在研究人员的指引下完成科研任务。

3.2 公众科学项目实施流程

在重大公共卫生事件开放数据情境下,志愿者能够在公众科学项目中承担数据采集、数据分析、数据反馈、设备资源共享、成果宣传等多种任务[7]。这些公众科学项目可以根据志愿者参与程度由浅到深分为贡献型、协作型和共创型[35],也可以根据志愿者反馈结果的价值密度概括为非涌现型、量变式涌现型、质变式涌现型[7]。但总体来看,这些公众科学项目在实施流程方面大同小异,大致分为前、中、后三个阶段[22]。在重大公共卫生事件开放数据情境下,科研团队、开放数据平台和志愿者三者交互协作,共同开展公众科学项目,其具体实施流程如图 1 所示:

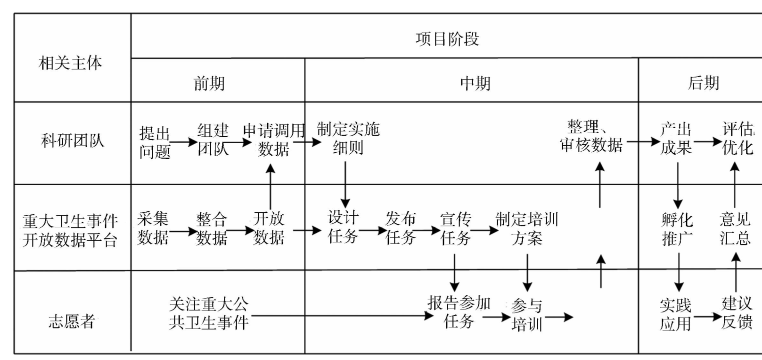


图 1 重大公共卫生事件中开放数据公众科学项目的实施流程

(1)在实施前期,项目参与各方主要开展项目和资源的筹备工作。例如,科研团队需要着眼于当下重大公共卫生事件进展和社会公众关切,提出针对性的研究问题,同时围绕研究内容抽调数据、医疗、设计等专业领域人员组成研究团队,向开放数据平台申请调用研究所需的相关数据,研究项目正式立项。重大公共卫生事件开放数据平台需要及时采集政府部门处置公共卫生事件过程中积累的相关数据,同时汇集社会各界向政府提供的多源异构数据,在剔除涉密数据并进行数据脱敏后,按照统一标准对数据进行描述、标识和归类。然后,将完成整合的标准化数据在平台中开放,并且为使用者提供查找索引、数据调用 API 接口、应用程序等功能[36]。此外,在这一阶段志愿者主体尚未形成,而是隐藏于公众当中保持对公共卫生事件的关注,在公众科学项目正式发布后才有可能受不同动机驱使转化为志愿者。

(2)在实施中期,公众科学项目正式投入运作,主体间的沟通协作开始变得频繁。首先,科研团队将研究项目拆分、简化为一系列细粒度任务并制定每个任务的实施细则,包括研究方法、公众参与方式、数据提交格式等[22]。随后,任务细则被提炼成需求提交到开放数据平台,平台需要基于现有技术条件和资源对每个任务进行设计,直至达到易于被公众所接受和操作的水平方能正式上线发布和宣传,让公众在平台中根据自身兴趣报名参加公众科学任务成为志愿者。但在正式开始处理、分析和上传任务数据前,为保证任务完成的效率与质量,志愿者还需通过平台学习针对本次任务专门开设的培训课程。最后,科研团队对平台收集、存储的志愿者任务数据进行审核、整理,为实现研究目标奠定基础。

(3)在实施后期,公众科学项目迎来成果产出和应用。在这一阶段,科研团队借助公众的力量和智慧得出最终的结果或论断。这些成果主要以报告、论文、数据等形式在平台中发布,或者在平台帮助下孵化为可供公众使用的应用程序,为重大公共卫生事件的防控治理贡献力量。公众在使用项目成果或应用后也可

以向平台反馈建议和数据，供科研团队后期优化项目成果和评估项目社会影响。

3.3　重大公共卫生事件开放数据中的公众科学模式

在厘清公众科学项目主体要素和实施流程的基础上，笔者构建了重大公共卫生事件开放数据中的公众科学模式，如图 2 所示：

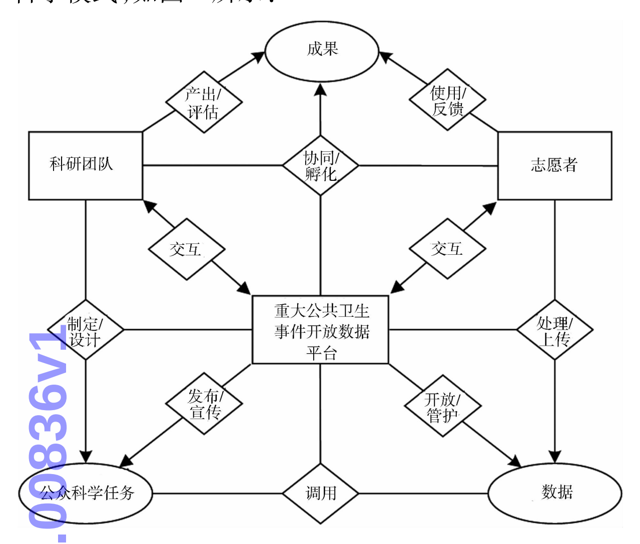


图 2　重大公共卫生事件开放数据中的公众科学模式

在重大公共卫生事件开放数据情境下，公众科学项目中包括科研团队、重大公共卫生事件开放数据平台和志愿者 3 个实体，但主体划分与实施流程未详细展现公众科学项目运作的完整脉络和各实体之间的交互协调细节，笔者在原有 3 个实体的关联中进一步凝练出公众科学任务、数据和成果 3 个弱实体(既能依赖于强实体存在，也可作为强实体的属性[7])。如图 2 所示，整个公众科学模式以重大公共卫生事件开放数据平台为核心展开，三大强实体以产出成果为最终目标，以数据为操作资源，以公众科学任务为实现手段，彼此之间交互协作，在 6 个实体间形成 10 项重要关联：①科研团队与平台分别完成公众科学任务的实施细则制定和设计工作；②平台根据公众科学任务需求调用相应的重大公共卫生事件原始数据；③平台通过网络渠道发布和宣传公众科学任务；④志愿者在平台中报名参加公众科学任务，平台根据任务内容对志愿者进行培训；⑤志愿者根据任务要求分析重大公共卫生事件数据并上传到平台；⑥平台对外开放重大公共卫生事件数据，管理和保护科研团队和志愿者上传的各类数据；⑦科研团队向平台提出申请和需求，并在项目开展期间保持沟通；⑧科研团队产出公众科学项目成果，并根据成果应用情况开展评估优化；⑨志愿者使用项目产出成果，反馈体验数据和建议；⑩科研团队、平台和志愿者协作完成公众科学项目，并共同孵化项目成果。

该模式揭示了普通社会公众和专业科研力量参与重大公共卫生事件数据利用和价值创造的形式与流程，明确了重大公共卫生事件开放数据平台在公众科学项目运作中的核心地位与多重角色，将为各方力量参与重大公共卫生事件数据价值创造活动提供基本架构与协调机制。同时，该模式也将为厘清利益相关者间关联和价值创造模式以及平台服务内容和制度约束促进机制的设计提供参考。总体而言，研究能够促进相对独立、自我驱动调节的重大公共卫生事件开放数据服务生态系统的构建。

4　公众科学模式下的重大公共卫生事件开放数据服务生态系统构建

4.1　开放数据服务生态系统利益相关者分析

服务生态系统环境下的资源整合与服务交换活动消弭了传统价值创造者(企业)与价值消费者(顾客)等参与者角色之间的严格界限，所有系统参与者都是利益的相关者[10]，其角色将随所处情境和行为策略的变化而不断变化[37]。因此，在正式构建服务生态系统之前，笔者将依据重大公共卫生事件开放数据中的公众科学模式，分析系统互动结构中的利益相关者构成及其角色演化路径，具体见图 3。

利益相关者分布在生态系统的各个层级结构当中，彼此相互联结、转化，完成价值的创造与分配。在最外层的宏观环境中，利益相关者包括科研院所、政府、企业、医疗、新闻等领域的机构和从业人员，负责重大公共卫生事件治理的政府应急管理部门以及社会公众三类。所有的重大公共卫生事件都发生在三类利益相关者构成的宏观社会互动网络中，因此他们既是重大公共卫生事件数据的直接生产者，同时也是数据价值创造的潜在参与者和受益者。在宏观环境中，部分利益相关者受不同动机驱使聚集到中观环境当中，角色也相应发生转变。其中，政府应急管理部门为响应国家数据开放政策，借助社会力量完善应急管理体系，推出了重大公共卫生事件开放数据平台。专业机构和从业人员为利用数据开展研究在平台中注册成为专业用户，社会公众为了解卫生事件进展和实现自我价值加入平台成为普通用户。

在中观环境中，平台能够提供原始数据、任务设计、项目培训、数据管理等多种服务与资源，在不同用户之间架起沟通合作桥梁形成三元互动结构，它既是

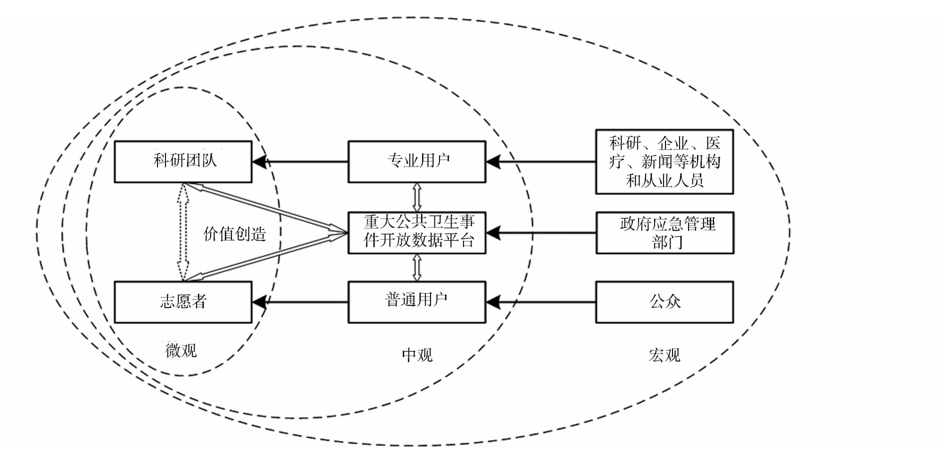


图 3　重大公共卫生事件开放数据服务生态系统利益相关者构成与角色演化路径

系统中主要的资源和服务提供者，也是促进其他参与者形成松散耦合关联的关键。在平台的联通下，专业用户群体中的部分个体围绕卫生事件数据研究问题或共同目标而聚集起来，形成了不同的科研团队；普通用户则根据自身兴趣偏好自由选择加入一个或多个科研团队发布的公众科学任务中，成为直接参与开放数据价值创造的志愿者。

在微观环境中，科研团队与志愿者围绕公众科学项目中的重大公共卫生事件数据展开二元互动，实现数据开放的根本目标，是整个生态体系价值创造的核心行动者。但需要注意的是，上述两者之间的资源整合与服务交换仍然建立在开放数据平台提供服务支持的基础之上，因此开放数据平台也是核心价值创造活动的关键参与者之一。

4.2　开放数据服务生态系统价值创造模式分析

在服务生态系统中，利益相关者是系统的关键构成要素和行动者，价值创造则是系统运转的动力源泉和最终目标，是整个服务生态系统存在的根本意义所在[12]。在基于公众科学模式的重大公共卫生事件开放数据情境中，科研团队与志愿者以开放数据平台为关键媒介，三者围绕公众科学项目开展资源整合与服务交换，构成了服务生态系统的核心价值创造模式。

如图 4 所示，重大公共卫生事件开放数据平台主要为科研团队提供数据库中的原始数据以及与开展公共科学项目相关的各类服务，为志愿者及时推送公共卫生事件相关信息、宣传公众科学项目并提供公众科学项目相关的知识技能培训服务。志愿者响应开放数据平台中的关于公众科学项目的宣传招募，贡献自身时间和精力去参与科研团队的公众科学项目，并向平台反馈使用体验数据。科研团队则在项目开展过程中借助平台指导志愿者开展科研工作并为其提供激励保障，在完成研究后与平台共享研究成果与数据。

在经历一系列资源整合与服务交换活动后，开放数据平台、科研团队和志愿者均为彼此创造了价值，实现了全方位的价值共创。其中，志愿者在了解事件信息和参与项目培训、研究的过程中，自身健康素养和个人防护能力得到提升，同时可以获得物质精神方面的奖励；科研团队在开放数据平台和志愿者的协助下，成功解决科研难题，降低科研成本，研究成果也得以孵化应用、获得更高的社会效用；重大公共卫生事件开放数据平台在获得科研数据的反馈后，不仅平台数据库内容得到了扩充，还能够收集用户反馈建议来推动平台服务优化创新，利用公众科学项目成果辅助政府决策，完善应急管理体系。

此外，中观和宏观环境中的其他利益相关者将作为价值创造促进者和接受者[37]，为核心价值创造活动提供必要的资源和协助，同时享受价值创造带来的价值外溢与服务。例如，政府应急管理部门为中观和微观互动提供数据、政策与财政支撑；专业机构为公众科学项目提供研究设施、研究建议和技术支持；公众自发在开放数据平台上传公共卫生事件相关数据，为公众科学项目提供数据资源等。最终，科研难题的解决、创新性应用的开发、开放数据平台的优化发展将为其提供有益反馈，协助舆情谣言治理，提升全民健康科学素养，解决公共卫生事件的防控问题。

4.3　基于利益相关者需求的开放数据平台服务体系设计

根据数据开放五级成熟度模型划分，国内大部分数据开放平台仍处于第二、三级的“数据网站”“数据门户”阶段[5]，相较于更高层级的“数据生态”，在服务体系、数据开放与应用的成熟度方面存在较大差距。

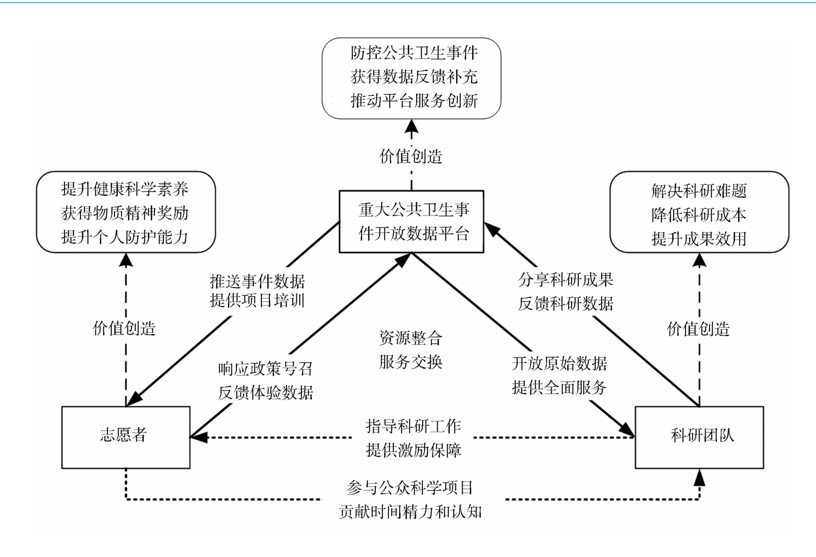


图 4　重大公共卫生事件开放数据服务生态系统核心价值创造模式

同时，重大公共卫生事件开放数据平台是公众科学模式中的核心主体以及服务生态系统的关键参与者和主要服务提供者，各类行动者在频繁借助开放数据平台开展资源整合与服务交换工作的同时，也对平台的功能与服务提出了差异性需求。已有研究表明，在服务生态系统中经过针对性和系统化设计的服务平台能够有效提升资源整合后的价值密度以及服务交换的效率，进而影响最终的价值创造与服务创新活动[38]。因此，笔者在梳理各类参与者需求的基础上，按照"需求－功能－体系"顺序提炼，构建了重大公共卫生事件开放数据平台服务体系，这将在完善服务生态体系多元互动细节的同时，为后期实践过程中平台服务功能设计完善提供行动参考。

如表 1 所示，整个重大公共卫生事件开放数据平台服务体系可以大致归纳为以下 10 个方面：①账号管理，为新老用户提供账号注册、设置、管理等服务；②数据开放：在合理范围内采集、整合各类重大公共卫生事件数据，向所有用户开放；③项目管理：为科研团队和志愿者处理项目相关事务提供协助，如提交项目需求、辅助任务设计、参与科研任务等；④数据管护：为用户提供各类数据的上传、下载、收集、存储与维护等服务；⑤培训引导：为志愿者提供项目基本知识技能培训，解决用户在平台使用过程中存在的各类疑问；⑥社交通讯：为项目成员、不同用户之间提供沟通交流的功能与平台；⑦宣传推广：在平台可及的渠道中宣传优秀项目或成果，扩大社会影响力；⑧智能推荐：基于科研团队需求与志愿者偏好提供智能算法推荐，优化耦合效率与成果实践效果；⑨成果孵化：利用平台资源优势辅助优秀项目成果进行成果转化与应用；⑩意见反馈：提供用户表达自身观点与建议的渠道，促进成果优化与服务创新。

4.4　制度约束与促进机制设计

在服务生态系统当中，制度作用于系统的每个层次，对价值创造活动的序化和规范性进行约束，同时协调并促进参与者间的交互合作，是保障生态系统平稳运转的关键因素之一[16]。S. L. Vargo 和 R. F. Lusch 将制度定义为相对独立的，能够促进和约束参与者行为的规范、法律、符号、规则、流程等[15]，制度机制（制度安排）则是一系列相互关联的制度构成的集合[10]。为推动数据开放与公众参与，构建良性、可持续、开放的数据服务生态系统，有必要厘清能够约束和促进价值创造活动的各类因素。从本质上来看，重大公共卫生事件开放数据价值创造可视为一种组织创新行为，根据 TOE（Technology－Organization－Environment）理论框架，技术（政府信息技术水平、技术支持力度、技术可用性等）、组织（政府组织、决策层支持和资金投入等）和环境（法律政策、制度标准、社会公众参与度等）是影响组织创新的三大因素[39]，三者相互联系、制约，共同决定创新行为的效率与结果。随着政府开放数据运动的兴起，已有学者尝试运用 TOE 理论探索开放数据利用的阻碍与激励因素[40]。因此，笔者尝试基于公众科学模式下价值创造活动的特征及阻碍其开展的客观因素，从技术、组织和环境三个维度分别构建重大卫生事件开放数据服务生态系统的制度约束与促进机制。

（1）制度约束机制。在技术层面，一是要统一重大公共卫生事件数据开放格式与标准，破除"信息孤岛"与"信息鸿沟"，提高不同平台间的技术兼容，降低

表 1 基于利益相关者需求的重大公共卫生事件开放数据平台服务体系

用户角色类型	用户需求内容	平台功能需求	平台服务体系
各机构和从业人员	加入平台成为专业用户	用户注册界面	用户管理
公众	加入平台成为普通用户	用户注册界面	
全体用户	管理个人信息、偏好设置	个人账号界面	
专业用户	申请公开或调用重大公共卫生事件数据	数据开放系统	数据开放
普通用户	浏览公共卫生事件数据，了解相关资讯	数据开放系统	
科研团队	提交项目需求和实施细则	需求提交界面	项目管理
	平台为项目任务提供专业设计	任务设计系统	
	发布、管理公众科学任务	专业用户项目管理系统	
志愿者	参与、管理感兴趣的志愿者科学任务	普通用户项目管理界面	
科研团队	收集、整理志愿者科研数据	专业用户数据管理系统	数据管护
	向平台上传、分享科研数据	专业用户数据管理系统	
志愿者	获取任务数据，上传个人工作数据	普通用户数据管理系统	
普通用户	向平台主动上传自有公共卫生事件数据	普通用户数据管理系统	
志愿者	学习参与项目所需的知识技能	用户培训系统	培训引导
全体用户	为用户提供功能使用引导，解答用户常见疑惑，降低用户使用难度	在线客服系统	
科研团队	了解志愿者任务进展，提供专业指导	即时通信系统	社交通讯
志愿者	与科研团队或其他志愿者交流	即时通信系统	
全体用户	不同用户之间自由沟通交流	社交系统	
科研团队	宣传本团队公众科学项目	项目展示界面	宣传推广
	推广团队研究成果或应用	成果展示界面	
普通用户	获取、使用项目研究成果或应用	成果展示界面	
科研团队	准确、快速招募符合要求的志愿者	智能推荐系统	智能推荐
普通用户	推送符合自身偏好的科学任务或成果	智能推荐系统	
科研团队	平台协助成果转化，提供实践渠道	成果孵化系统	成果孵化
全体用户	对平台服务优化提出建议	意见反馈界面	意见反馈
志愿者/普通用户	对项目或成果给出反馈	意见反馈界面	

公众数据增值利用和价值转化难度；二是提高公众科学模式的程序化管理水平，利用计算机技术将公众科学项目实施流程相关操作封装成固定程序，规范重大公共卫生事件开放数据价值创造流程，保护参与各方权益。在组织层面，一是应该强化顶层设计规划，自上而下建立起具有组织、协调、管理功能的公共卫生数据职能机构网络，保证数据开放与利用工作的有序进行；二是需明确责任制度，规定公共卫生数据开发中各部门职权，将数据开放服务质量纳入部门和人员的绩效评价考核当中，避免责任推诿、形式主义等现象发生。在环境层面，首先是要完善公共卫生数据开放审查规则，为适应平台开放重大公共卫生事件数据需要，需制定公共机构数据资源清单和数据开放目录，优化现有无差别审查机制，提高数据审查效率，保证开放数据质量；其次是推动公共卫生数据开放领域立法，当前针对性法律的缺失导致数据开放价值创造参与各方之间的矛盾难以调和，权益无法保障，亟须从法律层面明确数据开放者、开发利用者的权利与义务，同时对开放数据过程中可能涉及的国家安全、数据秘密和公众隐私等敏感问题加强监管。

（2）制度促进机制。在技术层面，一是要优化开放数据平台建设，考虑到技术是推动服务生态系统中服务创新的重要因素，重大公共卫生事件开放数据平台又是系统中资源整合与服务交换的重要枢纽，因此有必要汲取国内外先进经验技术，优化平台数据库容量、硬件设施和运营能力，提升用户体验与工作效率；二是应该加强配套技术人才体系建设，公众科学模式的提出和全新服务体系的构建给现有重大公共卫生数据开放平台的服务人员带来了新的挑战，需要根据用户需求与情境变化及时更新自身技术能力。在组织层面，一是要发挥政府部门的引导作用，在公众科学模式引入初期往往面临着冷启动难题，政府部门和开放数据平台需要发挥主观能动性，积极引导有科研能力的团队和普通公众的加入，逐步培养用户参与重大公共卫生事件数据价值创造的兴趣与习惯；二是需要加强对数据价值创造活动的政策和资金倾斜，由于公众科

学项目通常具有较强的公益性和社会性，对科研团队和志愿者的自驱力要求较高，政府和平台对社会关注度高、实用意义强的项目的物质精神奖励，能够有效提升各方组织和参与公众科学项目的积极性。在环境层面，首先要提高开放数据的公众参与度，因为社会公众既是重大公共卫生事件数据的生产者，也是数据价值的最终受益者，公众的参与、反馈与建议对完善平台服务体系、优化项目科研成果乃至公共卫生宏观政策的制定都不可或缺，但由于政府与公众互动交流渠道有限、公众数据需求意识不够强烈等问题，公众参与度长期处于较低水平，阻碍了公共卫生事件数据的价值实现进程[39]；其次还需要完善产权保护法规，推动成果孵化应用，由于服务体系中价值创造活动涉及公众、平台与团队等多个主体，需要在政策中明确各方对于最终科研成果的权属，减少潜在纠纷。此外，重大公共卫生事件开放数据平台在成果应用和实践方面拥有显著优势，可以为科研团队提供成果孵化服务，从而有效缩短其造福社会工作、解决社会问题的时限。

4.5 重大公共卫生事件开放数据服务生态系统

在厘清重大公共卫生事件情境下公众科学运作模式的基础上，笔者对利益相关者、价值创造模式、约束和促进制度等关键要素进行了系统梳理，综合构建了开放数据服务生态系统。该系统主要由微观、中观、宏观三层互动结构以及约束、促进制度因素构成，涵盖了从数据生成、采集、整合、开放到价值创造、利用、反馈的全过程。开放数据数平台、社会公众、各行业机构和人员等主要参与者在系统内交互关联，以公众科学项目为手段将自身优势资源整合，彼此进行服务交换互补，实现开放数据价值的共同创造，具体如图5所示：

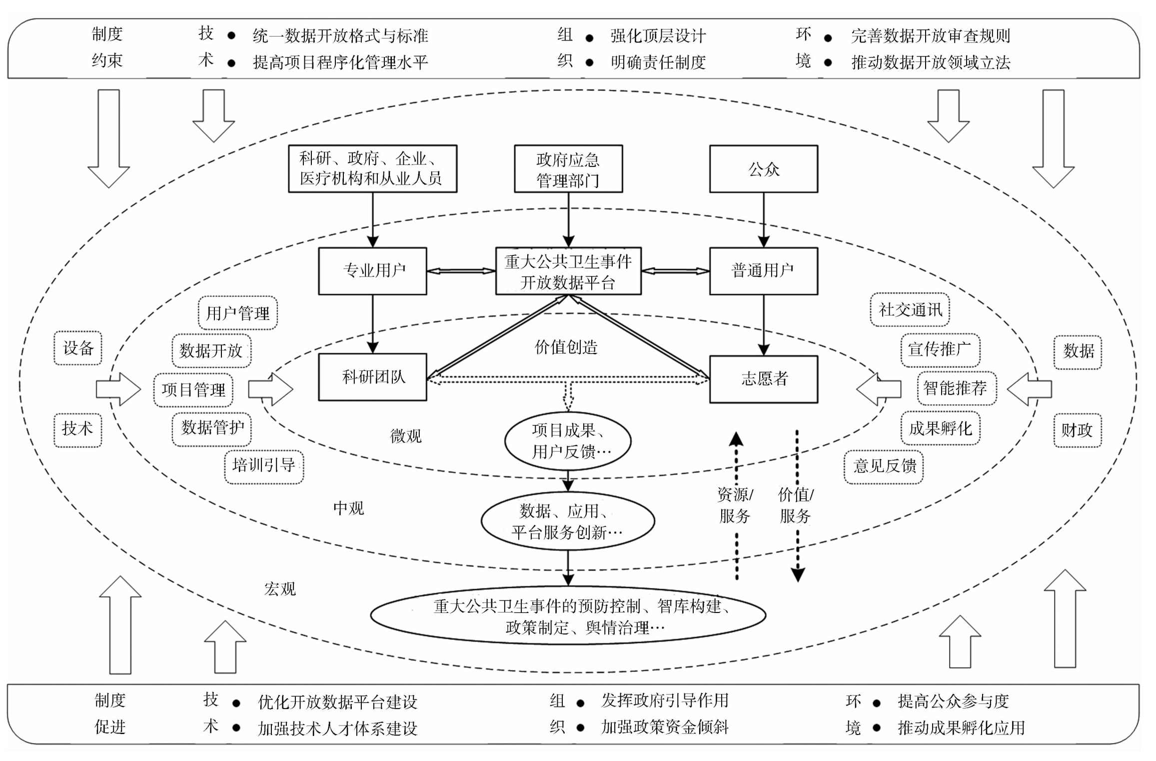


图5 基于公众科学模式的重大公共卫生事件开放数据服务生态系统

在微观层面，基于重大公共卫生事件开放数据价值创造这一共同目标，科研团队与志愿者依托公众科学项目形成松散耦合关联，并与项目外的其他用户区别开来。在项目运作过程中，志愿者贡献出自身的时间与精力，科研团队提供专业科研指导与外部激励措施，两者间的二元互动是构成整个服务生态系统价值创造活动的基础单元，也是产出项目成果、实现价值转化分配的关键前提。

在中观层面，利益相关者主要包含若干个微观环境以及重大公共卫生事件的开放数据平台、专业用户、普通用户三类。其中，微观环境下的科研团队主要由专注特定卫生事件数据研究问题的部分专业用户聚集形成，志愿者则是由自愿加入公众科学项目的普通用户转化而来，因此两者也可被视作中观用户在具体微观情境下的特定身份标识。同时，由于服务生态系统中利益相关者核心能力与资源的差异化与互补性，无论是在中观还是在微观环境下，用户都需要借助开放数据平台才能间接实现与其他用户间的二元互动协

作，由此形成以开放数据平台为交互枢纽的三元互动结构。在此结构中，开放数据平台通过整合自身优势资源，构建起完备的服务体系，为各方参与者筹备、开展和参与公众科学项目提供包含用户管理、数据开放、项目管理、社交通讯等在内的全方位服务，同时接受来自各方的价值反馈，最终实现全方位的价值共创。

在宏观层面，利益相关者群体覆盖范围进一步扩展，各行业机构及其从业人员、政府应急管理部门乃至全体公众也都被纳入到服务生态系统的交互网络当中。但是，由于宏观交互网络中利益相关者彼此间联系相对松散且缺乏统一协调引导，资源与服务无法有效整合交换。因此，大部分情况下，宏观环境中的利益相关者仅作为价值创造活动的促进者和受益者存在，为重大公共卫生事件数据价值创造活动间接提供原始数据、财政支持、设备共享、技术指导等多种资源与服务，同时享受价值创造带来的价值外溢和服务，仅有部分宏观利益相关者受不同动机驱使聚集到中观环境，成为普通或专业用户，成为价值创造活动的潜在直接参与者。

此外，为保障服务生系统的整体平稳运转，还需要从技术、组织和环境三个方面构建起针对性的制度约束与促进机制。如通过统一数据开放格式与标准、提高公众科学项目程序化管理水平、强化顶层设计规划、明确责任制度、完善公共卫生数据开放领域审查规则和法律法规等方式约束价值创造活动的有序、规范进行；重点实施优化开放数据平台和技术人才体系建设、强化政府引导、加强政策资金倾斜、提高公众参与度、推动成果孵化应用等方案协调促进各参与者间的交互合作。

整体来看，重大公共卫生事件开放数据服务生态系统中三层互动结构彼此关联，其内部利益相关者角色也随价值创造活动的不断深入而变化和演进。公众科学模式作为价值共创活动的基础架构，将平台、数据开发利用者（科研团队与志愿者）以及其他利益相关者相互链接，同时厘定所有参与者的资源整合方式与服务交换路径，构成服务生态系统的核心价值创造模式。在此模式下，宏观环境中生产的重大公共卫生事件数据经过中观开放数据平台被采集、整合、开放，最终作为关键资源直接参与微观核心价值创造活动。此外，宏观社会网络提供的财政、技术、设备支持以及用户数据也将间接促进中观和微观层面的资源整合、服务交换以及成果应用优化等活动。作为回馈，由微观层面创造的公众科学项目成果和用户反馈等价值内容被中观层面转化为创新性应用、科研数据、服务创新等形式，在防控重大公共卫生事件、构建公共卫生专业智库、制定应急管理政策、治理舆情谣言等多个宏观社会领域发挥作用。最终，一个横贯各级层面的资源、服务、价值交换循环结构形成，该结构将保证整个服务生态系统在没有外部强力干预约束情况下，实现自我驱动和持续循环。

5 结语

本文以公众科学模式为基础架构，构建了重大公共卫生事件开放数据服务生态系统，该系统以数据价值创造与利用为目标动力，以资源整合和服务交换为表现形式，在外部制度因素的约束和促进作用下，实现自我驱动和持续循环。系统内政府部门、开放数据平台、社会公众、各行业机构人员等诸多行动主体彼此联系、转化、互补，形成一个有机整体。在后续研究中，笔者将基于本文中的服务生态系统，对突发公共卫生事件情境下若干国内领先的开放数据平台开展分析与应用，在推动平台服务创新与价值创造的同时，也将进一步验证和完善服务生态系统的理论框架。此外，为充分发挥服务生态系统效用，在实践过程中应充分重视重大公共卫生事件的关键节点地位，加快完善平台服务体系与资源整合能力，发挥平台沟通协作平台和宣传阵地作用，提高各方价值创造与应用效率，切实保障政府重大卫生数据开放数据政策的落地。

参考文献：

[1] 突发公共卫生事件应急条例[EB/OL]. [2021-08-11]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2008-03/28/content_6399.htm.

[2] 习近平主持召开中央全面深化改革委员会第十二次会议强调：完善重大疫情防控体制机制 健全国家公共卫生应急管理体系[EB/OL]. (2020-02-14)[2021-08-14]. http://www.gov.cn/xinwen/2020-02/14/content_5478896.htm.

[3] 相雅凡，马续补，秦春秀，等. 突发公共卫生事件地方政府数据开放评估研究——基于2019新型冠状病毒肺炎疫情[J]. 情报理论与实践，2020，43(9)：79-86.

[4] 季统凯，刘甜甜，伍小强. 政府数据开放：概念辨析、价值与现状分析[J]. 北京工业大学学报，2017，43(3)：327-334.

[5] 胡海波，高鹏. 面向用户服务的政府开放数据：一个概念性阐释框架[J]. 情报理论与实践，2018，41(6)：45-51.

[6] NEWMAN G, WIGGINS A, CRALL A, et al. The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms[J]. Frontiers in ecology and the environment, 2012, 10(6): 298-304.

[7] 赵宇翔. 科研众包视角下公众科学项目刍议：概念解析、模式探索及学科机遇[J]. 中国图书馆学报，2017，43(5)：42-56.

[8] AKAKA M A, VARGO S L, LUSCH R F. The complexity of con-

text: a service ecosystems approach for international marketing[J]. Journal of international marketing, 2013, 21(4): 1－20.
[9] LUSCH R F, NAMBISAN S. Service innovation[J]. MIS quarterly, 2015, 39(1): 155－176.
[10] 令狐克睿,简兆权,李雷. 服务生态系统:源起、核心观点和理论框架[J]. 研究与发展管理,2018,30(5):147－158.
[11] VARGO S L, LUSCH R F. Service-dominant logic: continuing the evolution[J]. Journal of the academy of marketing science, 2008, 36(1): 1－10.
[12] VARGO S L, LUSCH R F. Evolving to a new dominant logic for marketing[J]. Journal of marketing, 2004, 68(1): 1－17.
[13] PRAHALAD C K, RAMASWAMY V. Co-creation experiences: Tthe next practice in value creation[J]. Journal of interactive marketing, 2004, 18(3): 5－14.
[14] CHANDLER J D, VARGO S L. Contextualization and value-in-context: how context frames exchange[J]. Marketing theory, 2011, 11(1): 35－49.
[15] VARGO S L, LUSCH R F. Inversions of service-dominant logic [J]. Marketing theory, 2014, 14(3): 239－248.
[16] VARGO S L, LUSCH R F. Institutions and axioms: an extension and update of service-dominant logic[J]. Journal of the academy of marketing science, 2016, 44(1): 5－23.
[17] BARNEY J. Firm resources and sustained competitive advantage [J]. Journal of management, 1991, 17(1): 99－120.
[18] 朱晓峰,盛天祺,张卫. 重大突发公共卫生事件冲击下的政府数据开放共生模式研究:界定、演进与重构[J]. 情报资料工作,2021,42(1):77－87.
[19] 邹超. 开放数据的多角色关系模式探究[J]. 情报理论与实践,2017,40(9):50－54.
[20] 简兆权,令狐克睿,李雷. 价值共创研究的演进与展望——从"顾客体验"到"服务生态系统"视角[J]. 外国经济与管理,2016,38(9):3－20.
[21] SAGARRA O, GUTIERREZ-ROIG M, BONHOURE I, et al. Citizen science practices for computational social science research: the conceptualization of pop-up experiments[J]. Frontiers in physics, 2016, 3: 93.
[22] 张轩慧,赵宇翔,朱庆华. 国内公众科学项目的运作流程和组织管理模式:机构视角下的案例分析[J]. 图书与情报,2018(6):53－62.
[23] ZHAO Y C, ZHU Q. Conceptualizing task affordance in online crowdsourcing context[J]. Online information review, 2016, 40(7): 938－958.
[24] BONNEY R,COOPER C B,DICKINSON J,et al. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy[J]. BioScience,2009,59(11): 977－984.
[25] 赵宇翔,张轩慧,朱庆华. 面向突发公共卫生事件的公众科学应用探索及平台体系构建[J]. 情报资料工作,2021,42(1):95－104.
[26] KWITT R, HEGENBART S, RASIWASIA N, et al. Do we need annotation experts? a case study in celiac disease classification [C]//International conference on medical image computing and computer-assisted intervention. Boston: Springer, 2014: 454－461.
[27] DE WEGER L A, HIEMSTRA P S, OP DEN BUYSCH E, et al. Spatiotemporal monitoring of allergic rhinitis symptoms in the Netherlands using citizen science[J]. Allergy, 2014, 69(8): 1085－1091.
[28] BAHK C Y, GOSHGARIAN M, DONAHUE K, et al. Increasing patient engagement in pharmacovigilance through online community outreach and mobile reporting applications: an analysis of adverse event reporting for the Essure device in the US[J]. Pharmaceutical medicine, 2015, 29(6): 331－340.
[29] SWAN M. DIYgenomics crowdsourced health research studies: personal wellness and preventive medicine through collective intelligence[C]//2012 AAAI Spring symposium series. Palo Alto: Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 2012: 54－59.
[30] RAMIREZ-ANDREOTTA M D, BRUSSEAU M L, ARTIOLA J F, et al. Building a co-created citizen science program with gardeners neighboring a superfund site: the garden roots case study[J]. International public health journal, 2015, 7(1): 139－153.
[31] LAAKSONEN M, SAJANTI E, SORMUNEN J J, et al. Crowdsourcing-based nationwide tick collection reveals the distribution of Ixodes ricinus and I. persulcatus and associated pathogens in Finland[J]. Emerging microbes & infections, 2017, 6(1): 1－7.
[32] RAMASWAMY V, OZCAN K. Strategy and co-creation thinking [J]. Strategy & leadership, 2013, 41(6):5－10.
[33] RAMASWAMY V, CHOPRA N. Building a culture of co-creation at Mahindra[J]. Strategy & leadership, 2014, 42(2):12－18.
[34] ZHAO Y, ZHU Q. Evaluation on crowdsourcing research: current status and future direction[J]. Information systems frontiers, 2014, 16(3): 417－434.
[35] BONNEY R, COOPER C B, DICKINSON J, et al. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy[J]. Bioscience, 2009, 59(11): 977－984.
[36] 段尧清,姜慧,汤弘昊. 政府开放数据全生命周期:概念、模型与结构——系统论视角[J]. 情报理论与实践,2019,42(5):35－40, 50.
[37] 王昊,陈菊红,姚树俊,等. 服务生态系统利益相关者价值共创分析框架研究[J]. 软科学,2021,35(3):108－115.
[38] LUSCH R F, NAMBISAN S. Service innovation[J]. MIS quarterly, 2015, 39(1): 155－176.
[39] 王晶,王卫,张梦君. 开放政府数据价值实现保障机制研究——基于系统动力学方法[J]. 图书馆学研究,2019(16):51－59.
[40] 谭军. 基于 TOE 理论架构的开放政府数据阻碍因素分析[J]. 情报杂志,2016,35(8):175－178, 150.

作者贡献说明:
薛翔:论文撰写与修改;
赵宇翔:提出论文写作思路,论文修改定稿;
朱庆华:论文最终版本修订;
应峻:论文修改;
郝世博:论文修改。

Building Open Data Service Ecosystem of Major Public Health Emergencies Based on Citizen Science Mode

Xue Xiang[1] Zhao Yuxiang[2] Zhu Qinghua[1] Ying Jun[3] Hao Shibo[4]
[1] School of Information Management, Nanjing University, Nanjing 210023
[2] School of Economics and Management, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094
[3] Fudan University Library, Shanghai 200433
[4] School of Intellectual Property, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094

Abstract: [**Purpose/significance**] At the present stage, the data opening of major public health emergencies is faced with many difficulties, such as low public participation, poor data utilization and imperfect platform services. This paper introduces the citizen science mode to build an open service ecosystem, aiming to provide ideas for breaking the deadlock in the development of open data on major public health emergencies. [**Method/process**] This paper clarified the main elements and implementation processes of citizen science projects in the context of open data on major public health emergencies, and explored the citizen science operation model. On this basis, the study systematically sorted out key elements such as stakeholders, value creation models, constraints and promotion systems. Finally, an open data service ecosystem for major public health emergencies was comprehensively constructed. [**Result/conclusion**] In this service ecosystem, the citizen science mode is the infrastructure, and the open data platform for major public health emergencies is the key node. By providing all-round service contents, targeted system constraints and promotional mechanisms, this system guides the public, various industry institutions and professionals to interact and cooperate at the levels of macro, meso and micro, integrate their own advantageous resources and carry out service exchange and complementarity, so as to achieve value creation. The results of this paper will help to improve the social participation and utilization of open data, and provide an action reference for the construction of the service system and optimization of the service level of open data platform for major public health emergencies.

Keywords: major public health emergencies open data citizen science mode service ecosystem